

1 实验报告：探究小车速度随时间变化的规律

1.1 实验目的

1. 学习使用打点计时器测量物体的运动
2. 掌握通过纸带数据分析物体运动规律的方法
3. 验证匀加速直线运动中速度与时间的关系
4. 学习使用逐差法计算加速度

1.2 实验原理

1.2.1 打点计时器工作原理

电火花打点计时器使用交流电源，频率为 50Hz，每隔 0.02s 打一个点。

1.2.2 瞬时速度计算

在匀变速直线运动中，某段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度：

$$v = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$$

其中 $T = 0.1$ s (每隔 5 个点取一个计数点)。

1.2.3 加速度计算——逐差法

为充分利用实验数据，减小误差，采用逐差法计算加速度：

$$a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$$

其中 $T = 0.1$ s, x_1, x_2, \dots, x_6 为相邻计数点间的位移。

1.2.4 实验装置示意图

1.3 实验器材

1. 电磁打点计时器（或电火花计时器），2. 轨道及小车，3. 纸带，4. 刻度尺（最小分度 1mm），5. 砝码及细绳，6. 交流电源（220V, 50Hz）。

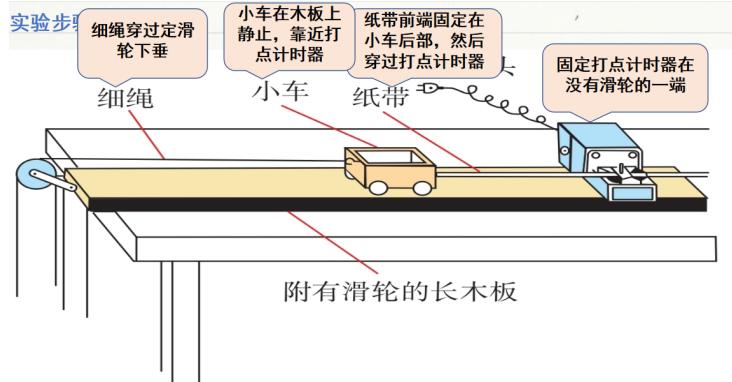


图 1: 纸带实验示意图

1.4 实验步骤

1. 安装实验装置，将打点计时器固定在轨道一端
2. 将纸带穿过打点计时器，并固定在小车上
3. 接通电源，待打点计时器工作正常后释放小车
4. 小车运动一段时间后关闭电源，取下纸带
5. 在纸带上选择清晰的点作为计数起点，标记为 0 点
6. 每隔 5 个点取一个计数点，依次标记为 1, 2, 3, ..., 6
7. 用刻度尺测量各计数点间的距离，估读到 0.1mm
8. 重复实验 2-3 次，选择点迹清晰的一条纸带进行数据分析

1.5 注意事项

1. 打点计时器应使用 220V 交流电源，注意安全
2. 释放小车前应先接通电源，待打点稳定后再释放
3. 小车加速度不宜过大，以免点迹过稀
4. 使用刻度尺测量时，视线要垂直于尺面
5. 读数时要估读到最小分度的下一位（刻度尺最小分度 1mm，估读到 0.1mm）
6. 纸带应平直放置，避免褶皱影响测量

1.6 实验数据记录与处理

1.6.1 数据记录表格

表 1: 纸带测量数据记录表

| 计数点 | 时间 t (s) | 位置坐标 (cm) | 相邻点间距 x_n (cm) |
|-----|------------|-----------|------------------|
| 0 | 0.00 | _____ | — |
| 1 | 0.10 | _____ | $x_1 =$ _____ |
| 2 | 0.20 | _____ | $x_2 =$ _____ |
| 3 | 0.30 | _____ | $x_3 =$ _____ |
| 4 | 0.40 | _____ | $x_4 =$ _____ |
| 5 | 0.50 | _____ | $x_5 =$ _____ |
| 6 | 0.60 | _____ | $x_6 =$ _____ |

1.6.2 瞬时速度计算

表 2: 瞬时速度计算表

| 计数点 | 时间 t (s) | 瞬时速度 v (m/s) | 计算公式 |
|-----|------------|----------------|--------------------------------|
| 1 | 0.1 | _____ | $v_1 = \frac{x_1 + x_2}{2T} =$ |
| 2 | 0.2 | _____ | $v_2 = \frac{x_2 + x_3}{2T} =$ |
| 3 | 0.3 | _____ | $v_3 = \frac{x_3 + x_4}{2T} =$ |
| 4 | 0.4 | _____ | $v_4 = \frac{x_4 + x_5}{2T} =$ |
| 5 | 0.5 | _____ | $v_5 = \frac{x_5 + x_6}{2T} =$ |

1.6.3 加速度计算——逐差法

将 6 段位移分成前后两组:

前组: $x_1 =$ _____ m, $x_2 =$ _____ m, $x_3 =$ _____ m

后组: $x_4 =$ _____ m, $x_5 =$ _____ m, $x_6 =$ _____ m

计算加速度：

$$a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2} = \frac{\text{_____} - \text{_____}}{9 \times (0.1)^2} = \text{_____} \text{ m/s}^2$$

1.6.4 速度-时间关系图

速度-时间关系图：

(请在此处绘制 v-t 图，横轴为时间 t(s)，纵轴为速度 v(m/s)，描点并画出最佳拟合直线)

根据 $v - t$ 图求加速度：图线斜率 $k = \text{_____}$ ，加速度 $a = k = \text{_____} \text{ m/s}^2$